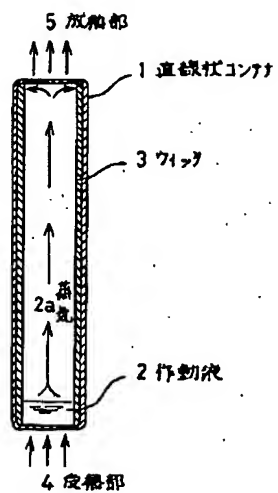
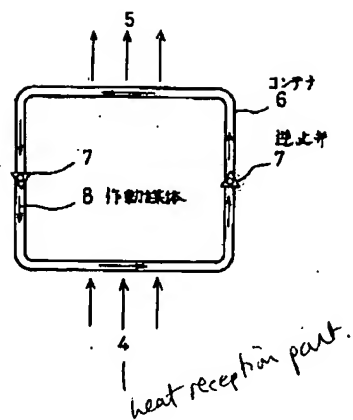


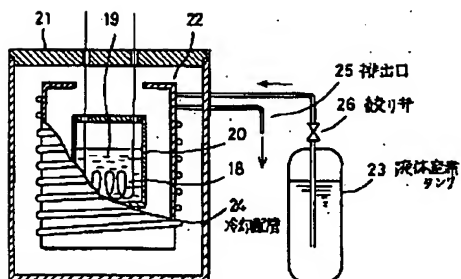
【図6】



【図7】



【図8】



Rest Available Copy

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-99580

(43)公開日 平成5年(1993)4月20日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 2 8 D 15/02	E	7153-3L		
	1 0 1 L	7153-3L		
	1 0 5 D	7153-3L		

審査請求 未請求 請求項の数1(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平3-262484

(22)出願日 平成3年(1991)10月11日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 河合 正道

神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地

株式会社東芝京浜事業所内

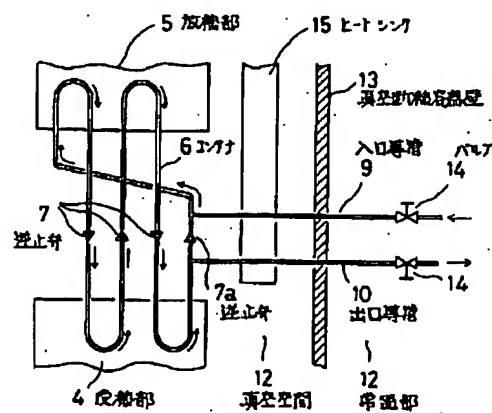
(74)代理人 弁理士 大胡 典夫

(54)【発明の名称】 ループ形ヒートパイプ

(57)【要約】

【目的】 極低温領域においてループ形ヒートパイプの動作に適当な量の作動媒体を封入すると共にパイプ中の不純物を除去し、極低温機器の冷却または保冷に良好な特性を有するループ形ヒートパイプを実現する。

【構成】 閉ループ状に接続した細管によって形成されるコンテナ(6)の途中に逆止弁(7)を設け、内部を作動媒体が一方向に循環して受熱部(4)から放熱部(5)に熱を運搬するループ形ヒートパイプにおいて、コンテナ(6)の長手方向に近接した2箇所からコンテナ(6)外に引出す入口および出口の2本のバルブ(14)付き導管(9)、(10)を分岐し、前記2本の導管(9)、(10)の中間にあたるコンデンサ部にも逆止弁(7a)を設置し、前記導管の途中にヒートシンクを設ける。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 閉ループ状に接続した細管によって形成されるコンテナの途中に逆止弁を設け、内部を作動媒体が一方向に循環して受熱部から放熱部に熱を運搬するループ形ヒートパイプにおいて、コンテナの長手方向に近接した2箇所からコンテナ外に引出す入口および出口の2本のバルブ付き導管を分岐し、前記2本の導管の中間にあたるコンテナ部にも逆止弁を設置し、前記導管の途中にヒートシンクを設けたことを特徴とするループ形ヒートパイプ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、極低温機器において構成部品の冷却または保冷に用いる熱伝達手段として好適なヒートパイプに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の直線形ヒートパイプの一例を図6に示す。ヒートパイプは概ね、両端を閉じた直線状コンテナ(1)内に少量の作動液(2)が封入され、管壁内側にウィック(3)が装着された構成になっている。このコンテナ(1)の一端を加熱し、他の一端を冷却すると、矢印で示すように、受熱部(4)では作動液(2)が蒸発して潜熱を奪い、蒸気(2a)は中空状の管内を受熱部(4)から放熱部に向かって移動し、放熱部(5)では蒸気が凝集して潜熱を放出する。凝集した作動液は、ウィック(3)に浸潤し、毛細管現象によって再び受熱部(4)に移動し、コンテナ(1)内を循環する。以上の様に作動媒体が同一管内の空間と管壁を往復することによって、熱の輸送が行なわれる。常温での作動媒体は、主に水または各種フロンガスである。

【0003】しかし、極低温では作動媒体として使用可能な液体窒素や液体ヘリウムの表面張力が一般の作動媒体に比べてはるかに小さいため、ウィックの毛細管現象による作動媒体の循環が十分ではない。液体窒素等を作動媒体とした従来形ヒートパイプも発表されているが、作動条件の制約、特に姿勢制限が大きく、熱輸送量もあり大きくないため、広く実用化されるには至っていない。そのため、現在のところ極低温機器の冷却は、伝熱、冷却配管を使つての極低温冷媒の圧送、もしくは冷媒中への浸漬によって行なうのが一般的である。

【0004】従来の直線形ヒートパイプの持ついくつかの欠点を改善するものとして、特開昭63-318493号公報に示されたループ形細管ヒートパイプがある。図7にそれを示す。このヒートパイプは閉ループ状に接続された細管によって形成されるループ状コンテナ(6)の途中に受熱部(4)と、放熱部(5)をはさんで幾つかの流れ方向規制手段である逆止弁(7)を設置した構造のもので、動作が従来の直線形ヒートパイプとは全く異なり、作動媒体(8)がループ状コンテナ内を一方に循環して熱を輸送するようになっている。そのため、従来

の直線形ヒートパイプに比べ姿勢制限が緩和され、形状の自由度も向上するほか、ドライアウトが起りにくくなっている。また、基本的に、ヒートパイプ動作は作動媒体の表面張力によらないので、液体窒素や液体ヘリウムといった極低温冷媒の使用にも適している。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、このループ形のヒートパイプの欠点としては、以下の点が挙げられる。

10 【0006】(a) 常温付近での作動媒体としてよく用いられているフロンガス等は圧縮することにより常温でも容易に液化し、ループ内に所定量を封入できるのに対して、極低温用の作動媒体の窒素、ヘリウム等のガスは、臨界温度(各々126 K、5.6 K)以上では液化しない。そのため、例えば窒素の場合、常温における気体の体積は液体状態の600倍以上にもなるため、動作に必要な量の作動媒体を室温でヒートパイプ内だけに貯蔵しておくには非常に高圧で封入しておく必要があり、技術的に困難である。

20 【0007】(b) 常温でのヒートパイプの封じ切りが困難である以上、低温に冷却してから作動媒体を封入できるよう、極低温部から常温部に封入用の導管を引き出しておくことが考えられる。しかし、その場合、導管を通して極低温部への熱侵入が問題となる恐れがある。【0008】本発明はこのループ形ヒートパイプを極低温用として改良したもので、極低温領域においてループ形ヒートパイプの動作に適当な量の作動媒体を封入すると共にパイプ中の不純物を除去し、極低温機器の冷却または保冷に良好な特性を有するループ形ヒートパイプを提供することを目的としている。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明においては、閉ループ状に接続した細管によって形成されるコンテナの途中に逆止弁を設け、内部を作動媒体が一方向に循環して受熱部から放熱部に熱を運搬するループ形ヒートパイプにおいて、コンテナの長手方向に近接した2箇所からコンテナ外に引出す入口および出口の2本のバルブ付き導管を分岐し、前記2本の導管の中間にあたるコンテナ部にも逆止弁を設置し、前記導管の途中にヒートシンクを設ける。

## 【0010】

【作用】本発明のループ形ヒートパイプは、閉ループ状に両端を接続された細管によって形成されるコンテナの途中に流れ方向規制手段である逆止弁が設けられ、内部を作動媒体が一方向に循環して受熱部から放熱部に熱を運搬するが、常温部から極低温にあるコンテナに作動媒体を封入する必要から、コンテナから分岐した導管を常温部に引き出す構造になっている。そして、導管の途中にヒートシンクを設けることにより、常温部から極低温部へ導管の熱伝導によって侵入する熱を低減することが

出来る。また、作動媒体封入に際して、不純物である空気や水分などをコンテナから追い出し、作動媒体で置換する必要があるが、コンテナの長手方向に近接した位置から2本の導管を分岐し、その間に逆止弁を設ける構造であるので、導管の一方をコンテナへのガスの入口に、他方を出口にすることが出来るので、真空排気装置などを使用しなくても置換が完全に行える。

【0011】また、本発明によるヒートパイプの使用では、バルブの開閉によりのコンテナ内の作動媒体量を調整できるから、冷却能力の自己調整により作動媒体使用量の最適化が図られ、作動媒体の流量不足、過剰などの現象が殆ど起こらない。また、コンテナ内部の作動媒体の純度を管理することにより水や、炭酸ガス等コンテナ中で凝結して作動を阻害する不純物は除去出来るので配管の途中で詰まることもない。

【0012】

【実施例】

(第1実施例) 図1に本発明の第1実施例を示す。閉ループ状に接続された細管によって形成されるコンテナ(6)の途中に複数の逆止弁(流れ方向規制手段)(7)を設けたループ形細管ヒートパイプにおいて、コンテナ(6)から分岐する2本の導管(9)、(10)が真空断熱空間(11)から常温部間(12)に真空断熱容器壁(13)を気密に貫通して引き出され、端部はバルブ(14)によって開閉可能になっている。この入口および出口の導管(9)、(10)の途中、極低温部であるヒートパイプのコンテナ(6)の常温部である真空断熱容器壁(13)との間にヒートシンク(15)が設置されている。また、2本の導管(9)、(10)は近接した位置でコンテナ(6)から引き出され、その中間にあたる部分には逆止弁(7a)が設置されている。

【0013】ループ形ヒートパイプを極低温で用いようとする場合、常温で所定量の作動媒体を封入し、コンテナを密封するには相当の困難がある。従って、作動媒体はコンテナの一部を予め極低温にしておき、液化しながらコンテナ内に封入するという手段をとる必要があるが、極低温部と常温部の間の温度差は例えば低温部に液体窒素温度を選択したとすると200 K以上にもなり、細い導管を用いても熱侵入が問題となる恐れがある。そこで、導管の途中に極低温部に近い温度のヒートシンクを設置すれば図1の矢印の方向に作動媒体が流れてこの問題を解決できる。また、このヒートシンクの温度が作動媒体の液体温度より低ければ、液化した作動媒体をコンテナに送り込むことが出来る。

【0014】発明者は、外径1mm、内径0.5mmの銅パイプで、1ループ中で受熱部(4)を5箇所、放熱部(5)を5箇所、両者の間隔180mmの往復型コンテナ(一つのループ中で放熱部、受熱部が交互に並んだ構造)を試作し、窒素を作動媒体とし、バルブ(14)を操作して性能試験を行ない、以下のような結果を得てい

る。

【0015】1) 伝熱とは有意な差がみられ、ヒートパイプ動作が確認された。

【0016】2) コンテナ内に所定量の作動液が溜るとヒートパイプ動作が始まる。

【0017】3) コンテナ内が全て作動液で満たされるとヒートパイプ動作は停止する。

【0018】図2に実験結果の一例を示す。この実験は受熱部(4)にあたる銅ブロックを0℃(273 K)迄加熱した後、放熱部(5)を液体窒素温度(77.4K)として受熱部(4)冷却時の温度変化を測定したものである。図中(16)はヒートパイプを停止させた場合で伝熱による冷却を示し、(17)はヒートパイプを作動させた場合である。

【0019】(第2実施例) 図3はループ形細管の極低温用ヒートパイプを極低温機器の熱シールドに適用したものである。ここでは極低温機器の例として一般的な超電導磁石と真空断熱容器(クライオスタット)を取り上げる。

【0020】現在、酸化物高温超電導材料による超電導磁石はまだ実用に供されていないため、一般に超電導磁石(18)は温度4.2 Kの液体ヘリウム(19)によって冷却する必要がある。超電導磁石(18)及び液体ヘリウム容器(20)への装置の周囲の常温空間(12)からの対流及び伝導による熱侵入を防ぐためには、真空断熱容器(クライオスタット)(21)を使用するが、それでもなお輻射による熱侵入が残されている。それを低減するため、通常は、液体ヘリウム容器(20)の周囲に液体窒素温度(77.4K)まで冷却したシールド板(22)を置く。輻射熱は絶対温度の4乗に比例するため、液体ヘリウム容器(20)への液体窒素温度からの輻射による熱侵入は常温からのそれに比べて大幅に少なくなる。従来の例では図8の如く、液体窒素タンク(23)から送出された液体窒素は冷却配管(24)を巡った後、排出口(25)から大気中に放出されていた。液体窒素の流量は絞り弁(26)と液体窒素タンク(23)の送出圧力によって調整されているが、熱負荷の変動に対応するのは難しいうえ、液体窒素の消費量が過大になる傾向がある。

【0021】図3では従来の様な循環後の冷媒を放出するだけの冷却構造に代わってループ形細管からなるコンテナ(6)を有するループ形ヒートパイプ(27)(以下ヒートパイプとする)を適用したもので、ヒートパイプの放熱部は液体窒素溜(28)中に露出し、シールド板(22)を冷却している。また、コンテナから分岐した導管(9)、(10)は液体窒素溜(28)をヒートシンク(15)として利用する構造となっている。こうすることによって、真空断熱容器(21)外の常温空間(12)から導管(9)、(10)を通じて侵入する熱をほぼ完全に遮断できる。熱負荷に変動があった場合も速やかに対応できるとともに、液体窒素(31)の消費量も必要最低限に

抑えられるので、特に長時間の保冷などでは液体窒素(31)の消費が少なくすむ利点がある。なお図3中でコンテナの逆止弁は図示を省略しており、便宜上コンテナのループは一つだけを示しているが、これが複数個配置されていても何等差し支えはなく、また、一つのループ中に受熱部、放熱部が何箇所か配置された構造であってもよい。

【0022】(第3実施例)図4はループ形ヒートパイプを冷凍機に直結して極低温機器の冷却及び熱シールドとして使用した例である。

【0023】従来例ではシールド板(22)等の冷却を伝熱によって行なっていた大形の機器、例えば核磁気共鳴画像診断装置(MRI装置)などでは全体を完全に冷却するのに約1週間を要している。しかし、極低温用ループ形細管の極低温用コンテナ(27)を図のように冷凍機(33)のコールドヘッド(34)に直結して、シールド板(22)に沿って設置することにより、シールド板(22)の冷却に要する時間を従来例に比べ大幅に短縮できる。図では極低温用コンテナ(27)を短ループで多数設置する形式を採っているが、これはソレノイド巻きであってもよい。なお、図4では逆止弁、ヒートシンク及び出入口導管等は図示を省略している。

【0024】(第4実施例)図5は熱負荷の変動が大きい機器の一例として磁気浮上列車の熱シールド板にループ形細管の極低温用コンテナ(27)を適用した例を示している。磁気浮上列車の超電導磁石(18)及び真空断熱容器(21)は走行に伴う機械的な振動に加えて、推進、浮上コイルからの電磁気的な擾乱を受ける。特に外部磁場の変動によるシールド板(22)での渦電流の発生は、超電導磁石(18)への熱侵入を増加させ、走行状態によってその量も変動する。このような熱負荷に対応するには極低温ヒートパイプの特性は最適であり、また、コンテナの材質を選択することにより、構造上脆弱によりやすいシールド板(22)の補強を兼ねることもできる。なお、図5ではコンテナの逆止弁、ヒートシンク、出入口導管等は図示を省略してある。

【0025】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、ループ形のコンテナを用いたヒートパイプにおいて、窒素、ヘリウム等、極低温で液化する作動媒体をコンテナの一部を所定温度以下に冷却することで容易に封入することが出来る。また、作動媒体をコンテナ内に導入する

ための導管の途中にヒートシンクを設けることにより、常温空間からの熱侵入が低減できる。更に、導管をバルブ付きの2本にしてその間のコンテナに逆止弁を設けることにより、コンテナ内のガス置換が容易に、かつ確実に行なわれるようになり、作動媒体への不純物の混入を避けることが出来る。

【0026】かくして、極低温領域において従来にない良好な特性を持った伝熱手段としてのループ形ヒートパイプが得られる。このヒートパイプはドライアウトが起こりにくく、従来と同様に細径・長尺のものが作れ、姿勢の制約が殆どなく、可塑性があり、直線以外の形状でも性能に変化がないといった長所を持つ上、極低温において非常に高い熱伝導性を有するという特長がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のループ形ヒートパイプの第1実施例を示す模式図。

【図2】図1の装置における場合と伝熱のみによる場合の温度変化を比較して示す曲線図。

【図3】第2実施例として液体窒素冷却した極低温用ヒートパイプを超電導磁石装置に適用した場合を示す縦断面図。

【図4】第3実施例として冷凍機に直結した極低温用ヒートパイプを超電導磁石装置に適用した場合を示す要部破断斜視図。

【図5】第4実施例として磁気浮上列車のシールド板に極低温用ヒートパイプを適用した場合を示す要部破断立面図。

【図6】従来の直線形ヒートパイプを示す縦断面図。

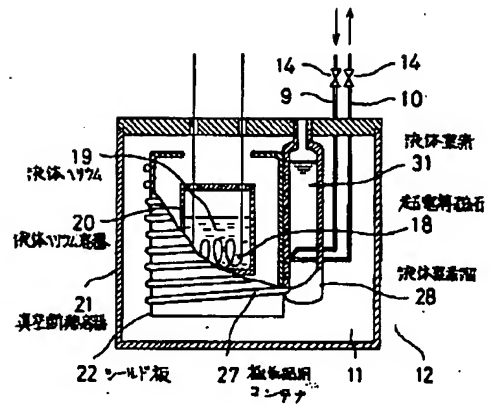
【図7】従来のループ形ヒートパイプを示す立面図。

【図8】図3の装置を適用する以前の従来の超電導磁石装置を示す縦断面図。

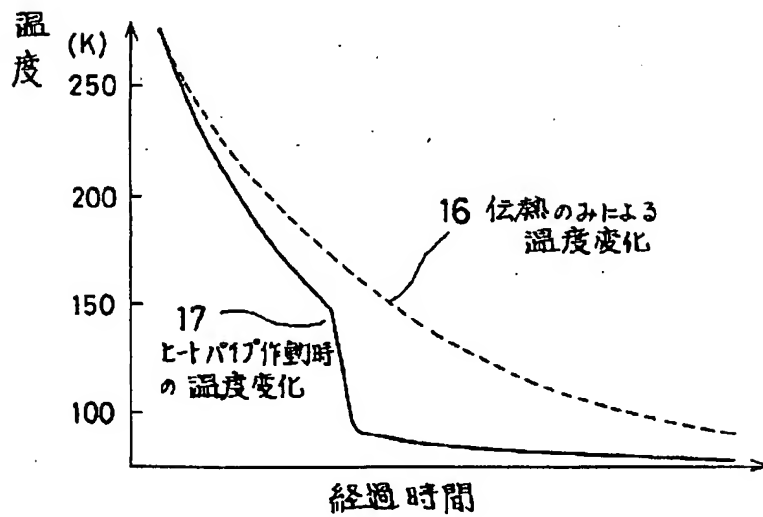
【符号の説明】

- 4…受熱部
- 5…放熱部
- 6, 27…コンテナ
- 7, 7a…逆止弁
- 9…入口導管
- 10…出口導管
- 12…常温部
- 14…バルブ
- 15…ヒートシンク

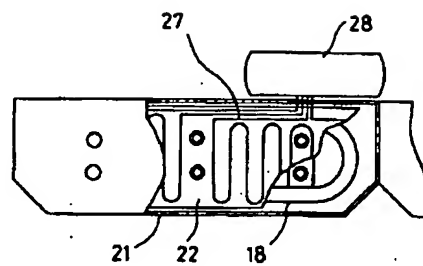
【図3】



【図2】



【図5】



PAT-NO: JP405099580A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 05099580 A  
TITLE: LOOPED HEAT PIPE  
PUBN-DATE: April 20, 1993

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
KAWAI, MASAMICHI

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME COUNTRY  
TOSHIBA CORP N/A

APPL-NO: JP03262484  
APPL-DATE: October 11, 1991

INT-CL (IPC): F28D015/02, F28D015/02 , F28D015/02  
US-CL-CURRENT: 165/104.19

ABSTRACT:

PURPOSE: To ensure a looped heat pipe having excellent characteristics of cooling a very low temperature apparatus and of keeping the apparatus cold by sealing a working medium whose amount is suitable for the looped heat pipe in a very low temperature region, and removing impurities in the pipe.

CONSTITUTION: A looped heat pipe includes a check valve 7 provided at a place of a container 6 consisting of a fine tube connected in the form of a closed loop, in which the working medium is circulated in a direction to carry heat from a heat reception part 4 to a heat radiation part 5. There are branched conduit pipes 9, 10 having inlet and outlet two valves 14 at two places close to each other in the longitudinal direction of the container 6. The pipes 9, 10 extend to the outside of the container 6, and a check valve 7a is further disposed at a container part corresponding to an intermediate portion between the two conduit pipes 9, 10 together with a heat sink 15 provided in the middle of the conduit pipes.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**